

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-307758

(43)Date of publication of application : 02.11.2001

(51)Int.Cl. H01M 8/04  
B60K 1/04  
B60L 11/18  
H01M 8/00

(21)Application number : 2000-120830 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

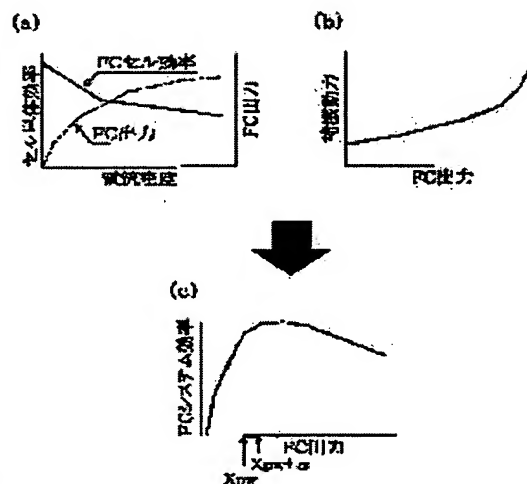
(22)Date of filing : 21.04.2000 (72)Inventor : MANABE KOUTA  
WATANABE NOBUO

## (54) FUEL CELL SYSTEM AND ELECTRIC VEHICLE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce futility in power generation of a fuel cell, and to improve efficiency as the whole system having the fuel cell and a secondary battery.

**SOLUTION:** The fuel cell system 10 determined run and stop of a fuel cell apparatus group including the battery 20 and its peripheral units depending on magnitude of driving power for a vehicle demanded by the operator through stepping operation of an accelerator. When this demanded driving power is obtained by generating operation of the fuel cell in a low load region below a threshold power  $X_{ps}$ , the fuel cell equipment group is let stop and a motor 32 is rotated by a secondary battery 30 alone with its remaining capacity, to drive the vehicle with the demanded driving power.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the fuel cell system equipped with the means for stopping which it is the fuel cell system which has the fuel cell and the rechargeable battery which were connected to juxtaposition, and the electric power supply means which supplies power from both said cells to said load to a load, said electric power supply means suspends the generating mode of said fuel cell when a detection load is a predetermined low load field, a detection means detect the magnitude of the load connected, and, and stops the electric power supply from said fuel cell.

[Claim 2] It is the fuel cell system which has a means to be a fuel cell system according to claim 1, and to suspend operation of the fuel cell auxiliary machinery with which said means for stopping participates in said generating mode.

[Claim 3] It is the fuel cell system which has a means to forbid actuation of said means for stopping when it is a fuel cell system according to claim 1 or 2 and said electric power supply means can provide said detection load in the case of said low load field with a means to detect the remaining capacity of said rechargeable battery, and said detection remaining capacity.

[Claim 4] claim 1 thru/or a claim -- the fuel cell system by which it is the fuel cell system of a publication 3 either, and said low load field is made into about 10% or less of field of the power serviceability of said fuel cell.

[Claim 5] It is the fuel cell system by which it is a fuel cell system according to claim 1, and said load connected consists of the 1st load which is the electric power supply point to the outside of a fuel cell system, and the 2nd load which is the electric power supply point into a fuel cell system.

[Claim 6] It is the fuel cell system equipped with the means for stopping which it is the fuel cell system which has the fuel cell and rechargeable battery which were connected to juxtaposition, and the electric power supply means which supplies power from said both cells to said load to a load, said electric power supply means suspends the generating mode of said fuel cell when the system efficiency of a fuel cell system is below a predetermined value, and stops the electric power supply from said fuel cell.

[Claim 7] The fuel cell and rechargeable battery which are the electric vehicle which obtains driving force by rotating a motor and telling the turning effort of this motor to an axle with electrical energy, and were connected to juxtaposition, The fuel cell system which has the electric power supply means which supplies power from said both cells to said load to a load is carried. Said electric power supply means of said fuel cell system A detection means to detect the magnitude of the load connected, and when a detection load is a predetermined low load field It is the electric vehicle with which it has the means for stopping which suspends the generating mode of said fuel cell and stops the electric power supply from said fuel cell, and said motor receives supply of power from said fuel cell system.

[Claim 8] It is the electric vehicle with which it is an electric vehicle according to claim 7, and said load connected consists of the 1st load which is the electric power supply point to the outside of a fuel cell system, and the 2nd load which is the electric power supply point into a fuel cell system.

[Claim 9] The fuel cell and rechargeable battery which are the electric vehicle which obtains driving force by rotating a motor and telling the turning effort of this motor to an axle with electrical energy, and were connected to juxtaposition, The fuel cell system which has the electric power supply means which supplies power from said both cells to said load to a load is carried. Said electric power supply means of said fuel cell system It is the electric vehicle with which it has the means for stopping which suspends the generating mode of said fuel cell

and stops the electric power supply from said fuel cell when the system efficiency of a fuel cell system is below a predetermined value, and said motor receives supply of power from said fuel cell system.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the electric vehicle carrying the fuel cell system equipped with the fuel cell and the rechargeable battery, and this fuel cell system in detail about a fuel cell system and an electric vehicle.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, as this kind of a fuel cell system, it has a fuel cell and a rechargeable battery as a power source, and what supplies power to loads, such as a motor, from both this cell is proposed (for example, JP,7-240212,A etc.). As this fuel cell system operates a fuel cell in the range where the conversion efficiency of that fuel to be used is high rather than controls the output of a fuel cell simply according to the change in a load, he is trying to maintain the conversion efficiency of a system in the high range.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the above-mentioned conventional fuel cell system, it will be operated with a fuel cell irrespective of the size of the power by which supply is needed for a load with high conversion efficiency. Therefore, even when a load was small, since a fuel cell would continue operation in the high conversion efficiency range, the generation of electrical energy of a fuel cell might become useless.

[0004] This invention is made in order to solve the above-mentioned trouble, it reduces the futility of a generation of electrical energy with a fuel cell, and aims at aiming at improvement in effectiveness as the whole system which has a fuel cell and a rechargeable battery.

[0005]

[The means for solving a technical problem, and its operation and effectiveness] In order to solve a part of this technical problem [ at least ], the fuel cell system of this invention It is the fuel cell system which has the fuel cell and rechargeable battery which were connected to juxtaposition, and the electric power supply means which supplies power from said both cells to said load to a load. Said electric power supply means Let it be the summary to have a detection means to detect the magnitude of the load connected, and the means for stopping which suspends the generating mode of said fuel cell and stops the electric power supply from said fuel cell when a detection load is a predetermined low load field.

[0006] In the fuel cell system of this invention which has the above-mentioned configuration, when the magnitude of a load is a predetermined low load field, the generating mode of a fuel cell is suspended and the electric power supply from the fuel cell is stopped. And power is supplied to a load from a rechargeable battery by the power control means in this case. For this reason, in a low load field, since the generating mode of a fuel cell is not required, the effectiveness as the whole system can be improved so that a generation of electrical energy of a fuel cell may not become useless. As this low load field, it can consider as about 10% or less of field of the power serviceability of a fuel cell.

[0007] Moreover, the 2nd load (namely, load within a fuel cell system) which participates in maintenance of not only the 1st load in the case of supplying the generated output obtained with the fuel cell out of a fuel cell system but a fuel cell system is contained in the above-mentioned load. And supposing the magnitude of the 2nd load is the above-mentioned low load field, system maintenance will be aimed at by the electric power supply from a rechargeable battery.

[0008] In this case, like the case where it is based on the magnitude of the load connected, the generating mode

of a fuel cell is suspended as the system efficiency of a fuel cell system is below a predetermined value, and the electric power supply from a fuel cell can be stopped. When system efficiency is low, an electric power supply is performed from a rechargeable battery, and it can avoid making useless a generation of electrical energy of a fuel cell, even if it carries out like this.

[0009] The fuel cell system of this invention which has the above-mentioned configuration can also take the following modes. That is, it shall have a means to suspend operation of the fuel cell auxiliary machinery which participates said means for stopping in said generating mode. If it carries out like this, since it can avoid also using the energy which operation of these fuel cell auxiliary machinery takes, system efficiency can be improved more.

[0010] Moreover, it shall have a means to detect the remaining capacity of said rechargeable battery for said electric power supply means, and a means to forbid actuation of said means for stopping when said detection load in the case of said low load field can be provided with said detection remaining capacity.

[0011] If it carries out like this, it is a low load field, and moreover, in the time when the remaining capacity of a rechargeable battery is low, the generating mode of a fuel cell can be caused, a load can be satisfied, and fault of a load halt will not be caused.

[0012] Moreover, the fuel cell and rechargeable battery which the electric vehicle of this invention is an electric vehicle which obtains driving force by rotating a motor and telling the turning effort of this motor to an axle with electrical energy, and were connected to juxtaposition, The fuel cell system which has the electric power supply means which supplies power from said both cells to said load to a load is carried. Said electric power supply means of said fuel cell system A detection means to detect the magnitude of the load connected, and when a detection load is a predetermined low load field Having the means for stopping which suspends the generating mode of said fuel cell and stops the electric power supply from said fuel cell, said motor makes it the summary to receive supply of power from said fuel cell system.

[0013] In the electric vehicle of this invention which has the above-mentioned configuration, power is supplied to a motor from a rechargeable battery, without carrying out the generating mode of the fuel cell, when the turning effort of the motor for which a car drive is asked is a small predetermined field (low load field). For this reason, in a low load field, since the generating mode of a fuel cell is not required, system efficiency can be improved as an electric vehicle so that a generation of electrical energy of a fuel cell may not become useless.

[0014] And in this electric vehicle, if it \*\* to the generating mode of a fuel cell and is made to suspend operation of fuel cell auxiliary machinery, since it can avoid also using the energy which operation of these fuel cell auxiliary machinery takes, system efficiency can be improved more.

[0015] Moreover, it is a low load field, and when the detection load at that time (motor turning effort searched for) cannot be provided with the remaining capacity of a rechargeable battery, the generating mode of a fuel cell can be performed. If it carries out like this, since it will supply the power obtained by the generating mode of a fuel cell to a motor and this will be rotated, the situation of a motor halt is not caused and car behavior by motor halt is not caused. Therefore, it can avoid giving the sense of incongruity accompanying the car behavior by motor halt to the operator who performs actuation for rotating a motor and making a car drive.

[0016] Furthermore, like the case where the load connected is a low load field, the generating mode of a fuel cell is suspended as the system efficiency of a fuel cell system is below a predetermined value, and the electric power supply from a fuel cell can be stopped. Even if it carries out like this, on the occasion of car transit when system efficiency is low, it runs by performing an electric power supply from a rechargeable battery, and can avoid making useless a generation of electrical energy of a fuel cell.

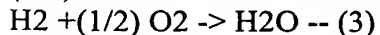
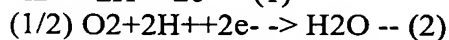
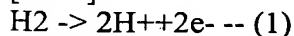
[0017]

[Embodiment of the Invention] In order to clarify further a configuration and an operation of this invention explained above, the gestalt of operation of this invention is explained based on an example below. Drawing 1 is a block diagram showing the outline of the configuration of an electric vehicle in which the fuel cell system 10 which is one suitable example of this invention was carried. The fuel cell system 10 of this example is carried in a car, and works as a power source for a car drive. The fuel cell system 10 uses a fuel cell 20, a rechargeable battery 30, the motor 32 for a car drive, auxiliary machinery 34, DC to DC converter 36, the remaining capacity monitor 46, a control section 50, an inverter 80, and a current sensor 90 as the main components. Hereafter, each component of the fuel cell system 10 is explained.

[0018] A fuel cell 20 is a fuel cell of a solid-state polyelectrolyte mold, and has the stack structure which carried

out two or more laminatings of the single cel 28 which is a configuration unit. A fuel cell 20 receives supply of the fuel gas containing hydrogen in a cathode side, and acquires electromotive force to an anode plate side according to the electrochemical reaction shown below in response to supply of the oxidation gas containing oxygen.

[0019]



[0020] (1) A formula shows the reaction by the side of cathode, and the reaction by the side of an anode plate of (2) types, and (3) types express the reaction which occurs by the whole cell. Drawing 2 is a sectional view which illustrates the configuration of the single cel 28 which constitutes this fuel cell 20. The single cel 28 consists of an electrolyte membrane 21, an anode 22 and a cathode 23, and separators 24 and 25.

[0021] An anode 22 and a cathode 23 are gas diffusion electrodes which constitute sandwich structure on both sides of an electrolyte membrane 21 from both sides. Separators 24 and 25 form the passage of fuel gas and oxidation gas between an anode 22 and a cathode 23, sandwiching this sandwich structure from both sides further. Fuel gas passage 24P are formed between the anode 22 and the separator 24, and oxidation gas-passageway 25P are formed between the cathode 23 and the separator 25. Although separators 24 and 25 form passage only in one side in drawing 2, respectively, the rib is formed in the both sides in fact, one side forms fuel gas passage 24P between anodes 22, and other sides form oxidation gas-passageway 25P between the cathodes 23 with which the adjoining single cel is equipped. Thus, separators 24 and 25 have played the role which separates the flow of fuel gas and oxidation gas between the adjoining single cels while forming a gas passageway between gas diffusion electrodes. In case the laminating of the single cel 28 is carried out and stack structure is formed from the first, the separator of two sheets located in the both ends of stack structure is good also as forming a rib only in one side which touches a gas diffusion electrode.

[0022] Here, an electrolyte membrane 21 is the ion exchange membrane of proton conductivity formed by solid-state polymeric materials, for example, fluororesin, and shows good electrical conductivity according to a damp or wet condition. The Nafion film (Du Pont make) was used in this example. The alloy which consists of the platinum as a catalyst or platinum, and other metals is applied to the front face of an electrolyte membrane 21. Produce the carbon powder which supported the alloy which consists of platinum or platinum, and other metals as an approach of applying a catalyst, and the suitable organic solvent was made to distribute the carbon powder which supported this catalyst, optimum dose addition was carried out, the electrolytic solution (for example, Aldrich Chemical, Nafion Solution) was pasted, and the approach of screen-stenciling on an electrolyte membrane 21 was taken. Or the configuration which carries out film shaping of the paste containing the carbon powder which supported the above-mentioned catalyst, produces a sheet, and presses this sheet on an electrolyte membrane 21 is also suitable. Moreover, the catalyst of platinum etc. is good also as applying not the electrolyte membrane 21 but the electrolyte membrane 21 to an anode [ touching ] 22 and cathode 23 side.

[0023] Both the anode 22 and the cathode 23 are formed of the carbon cross woven with the yarn which consists of a carbon fiber. In addition, in this example, although the anode 22 and the cathode 23 were formed by the carbon cross, the configuration formed by the carbon paper which consists of a carbon fiber, or carbon felt is also suitable.

[0024] Separators 24 and 25 are formed by the conductive gas non-penetrated member, for example, the substantia-compacta carbon which compressed carbon and it presupposed gas un-penetrating. Separators 24 and 25 form in the both sides two or more ribs arranged in parallel, and as mentioned already, fuel gas passage 24P are formed on the front face of an anode 22, and they form oxidation gas-passageway 25P on the front face of the cathode 23 of the adjoining single cel. Here, the rib formed in the front face of each separator is good also as making a predetermined include angle -- it is not necessary to form both sides in parallel, and they go direct for every field. Moreover, it does not need to be an parallel groove, and if supply of fuel gas or oxidation gas is possible for the configuration of a rib to a gas diffusion electrode, it is good.

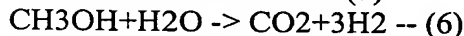
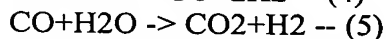
[0025] In the above, the configuration of the single cel 28 which is the basic structure of a fuel cell 20 was explained. When actually assembling as a fuel cell 20, stack structure is constituted by carrying out two or more set laminating of the single cel 28 constituted in order of a separator 24, an anode 22, an electrolyte membrane 21, a cathode 23, and a separator 25 (this example 100 sets), and arranging the collecting electrode plates 26 and

27 formed in the both ends by substantia-compacta carbon, a copper plate, etc.

[0026] Although not illustrated with the block diagram of drawing 1, in order to actually generate electricity using a fuel cell, a predetermined peripheral device (fuel cell auxiliary machinery) is needed besides the body of a fuel cell which has the above-mentioned stack structure. Drawing 3 is a block diagram which illustrates the configuration of the fuel cell section 60 which consists of a fuel cell 20 and its peripheral device. The fuel cell section 60 uses the above-mentioned fuel cell 20, the methanol tank 61 and a water tank 62, the reforming machine 64, and an air compressor 66 as the main components, and also has the pumps 61a and 62a for carrying out outflow supply of a methanol and the water from a tank.

[0027] The reforming machine 64 receives supply of a methanol and water from the methanol tank 61 and a water tank 62. reforming according [ using the supplied methanol as a original fuel with the reforming vessel 64 ] to a steam reforming process -- carrying out -- hydrogen -- rich fuel gas is generated. The reforming reaction performed to below with the reforming vessel 64 is shown.

[0028]



[0029] The conversion reaction of the carbon monoxide expressed with the decomposition reaction of the methanol by which the reforming reaction of a methanol performed with the reforming vessel 64 is expressed with (4) types, and (5) types advances to coincidence, and the reaction of (6) types occurs as a whole. Such a reforming reaction is endothermic reaction as a whole. the hydrogen generated with the reforming vessel 64 -- rich fuel gas is supplied to a fuel cell 20 through the fuel-supply way 68, within a fuel cell 20, in each \*\* cel 28, it is led to said fuel gas passage 24P, and the cell reaction in an anode 22 is presented with it. Although it is expressed with described (1) type, in order to compensate water required of this reaction and to prevent desiccation of an electrolyte membrane 21, after the reaction performed with an anode 22 forms a humidifier in the fuel-supply way 68 and humidifies fuel gas, it is good also as supplying a fuel cell 20. In addition, it is contained in the peripheral device which also described this humidifier above when a humidifier is formed in this way.

[0030] Moreover, an air compressor 66 carries out pressurization supply of the air incorporated from the outside at a fuel cell 20. The air incorporated and pressurized by the air compressor 66 is supplied to a fuel cell 20 through the air supply way 69, within a fuel cell 20, in each \*\* cel 28, it is led to said oxidation gas-passageway 25P, and the cell reaction in a cathode 23 is presented with it. Generally, with a fuel cell, since a reaction rate rises so that the pressure of the gas supplied to two poles increases, the cell engine performance improves. Then, the air supplied to a cathode 23 is pressurizing with the air compressor 66 in this way. In addition, the pressure of the fuel gas supplied to an anode 22 can be easily adjusted by controlling the switching condition of the electro-magnetic valve 67 of a mass flow controller prepared in the described fuel-supply way 68.

[0031] Fuel exhaust gas after being used for the cell reaction with the anode 22 in a fuel cell 20, and a part of air compressed by the air compressor 66 are supplied to the reforming machine 64. As mentioned already, the reforming reaction in the reforming machine 64 is endothermic reaction, and since supply of heat is required, heating is equipped with the burner which is not illustrated in the reforming machine 64 interior from the exterior. The above-mentioned fuel gas and a compressed air are used for combustion of this burner. The fuel exhaust gas discharged from the anode plate side of a fuel cell 20 is led to the reforming machine 64 by the fuel exhaust passage 71, and the compressed air is led to the reforming machine 64 by the branching air conduit 70 which branches from the air supply way 69. The hydrogen which remains in fuel exhaust gas, and the oxygen in a compressed air are used for combustion of a burner, and supply a heating value required for a reforming reaction.

[0032] Such a fuel cell 20 can control an output by adjusting the amount of fuel gas, and oxidation capacity according to the magnitude of the load connected. Control of this output is performed by the control section 50. That is, the driving signal from a control section 50 is outputted to the electro-magnetic valve 67 prepared in the air compressor 66 mentioned already or the fuel-supply way 68, the amount of distributed gas is controlled by adjusting the amount of drives and switching condition, and the output of a fuel cell 20 is adjusted.

[0033] The fuel cell 20 explained above is connected to a rechargeable battery 30, a motor 32, and auxiliary machinery 34 as shown in drawing 1. This fuel cell 20 charges a rechargeable battery 30 according to the



condition of these loads while supplying power to a motor 32 and auxiliary machinery 34. In this case, the fuel cell 20 is connected to a motor 32 and auxiliary machinery 34 through switch 20a, and the electric power supply of a motor 32 or auxiliary machinery 34 and charge of a rechargeable battery 30 are performed through closing motion control of this switch 20a by the control section 50, or switch 30a by the side of a rechargeable battery. [0034] It returns to drawing 1 and the configuration of each part is explained further. A rechargeable battery 30 is a power unit which supplies power to a motor 32 and auxiliary machinery 34 with the above-mentioned fuel cell 20. Although the lead accumulator was used in this example, rechargeable batteries of other type, such as a nickel cadmium battery, a nickel-hydrogen battery, and a lithium rechargeable battery, can also be used. The capacity of this rechargeable battery 30 is determined by the engine performance (full speed, mileage, etc.) of the transit conditions the magnitude of the car carrying the fuel cell system 10 and this car are assumed to be, or the car demanded etc.

[0035] A motor 32 is a three phase synchronous motor. The direct current which a fuel cell 20 and a rechargeable battery 30 output is changed into the three-phase alternating current by the inverter 80 mentioned later, and is supplied to a motor 32 by it. In response to supply of such power, a motor 32 generates rotation driving force, and through the axle in the car carrying the fuel cell system 10, this rotation driving force is told to the front wheel and/or rear wheel of a car, and turns into power which makes it run a car. This motor 32 receives control of a control unit 33. The control device 33 is connected with accelerator pedal position sensor 33b which detects the control input of accelerator pedal 33a. Moreover, the control unit 33 is connected also with the control section 50, and the various information about the drive of a motor 32 etc. is exchanged between this control section 50.

[0036] Auxiliary machinery 34 is the loads which consume the power of predetermined within the limits during operation of the fuel cell 20 in the fuel cell system 10. For example, an others and mass flow controller, the Water pump which is not illustrated are equivalent to these auxiliary machinery. [ pumps / 61a and 62a / the air compressor 66 mentioned already as a peripheral device and / of a methanol and water / each ] An air compressor 66 adjusts the oxidation gas pressure supplied to a fuel cell 20, as mentioned already. Moreover, a Water pump controls the internal temperature of a fuel cell 20 below to predetermined temperature by pressurizing cooling water, circulating the inside of a fuel cell 20, circulating cooling water in this way, and making heat exchange perform within a fuel cell 20. A mass flow controller adjusts the pressure and flow rate of fuel gas which are supplied to a fuel cell 20 as mentioned already. Therefore, although a fuel cell 20 and auxiliary machinery 34 are expressed with the block diagram of drawing 1 independently, about the device in connection with control of the operational status of these fuel cells 20, it can also be called the peripheral device of a fuel cell 20. It increases, so that the amount of generations of electrical energy of power consumption of such auxiliary machinery 34 of a fuel cell 20 of a thing increases few compared with the power consumption of a motor 32. Moreover, these auxiliary machinery is operated irrespective of the size of the amount of generations of electrical energy under the situation that the fuel cell 20 is carrying out the generating mode. This point is explained.

[0037] Drawing 4 is an explanatory view for explaining the effectiveness as a fuel cell 20, and current density, the effectiveness of a single cel simple substance, the explanatory view showing relation with a cell (FC) output, the explanatory view in which drawing 4 (b) expresses the relation between auxiliary machinery power and FC output, and drawing 4 (c) of drawing 4 (a) are the explanatory views showing the relation between FC output and FC system efficiency. In a single cel, in case current density tends to be raised and it is going to increase the amount of generations of electrical energy, according to it, increase-in-quantity supply of the fuel gas for a generation of electrical energy (oxygen, reformed gas) is carried out. Thus, when gas supply increases, the capacity which passes a single cel will also increase without presenting the electrode reaction in the yin and yang mentioned already, and non-involved capacity will increase to a generation of electrical energy. Therefore, if current density increases as it is shown in drawing 4 (a), when single cel effectiveness is specified as the amount of generations of electrical energy per amount of distributed gas (current density), single cel effectiveness will fall. In addition, as a fuel cell 20 which is the set of a single cel, the output (FC output) becomes so large that current density becomes large as a drawing middle point line shows.

[0038] On the other hand, the above-mentioned peripheral device of air compressor 66 grade needs the power which increases mostly according to the increment in the amount of distributed gas (namely, FC output), and predetermined power is needed even if it is the case that FC output is low (refer to drawing 4 (b)). These results,

the system efficiency (for example, value which did the division of the power which deducted the power which an auxiliary machinery drive takes from the amount of generations of electrical energy with gas supply volume) as a fuel cell 20 falls, so that FC output is small, as shown in drawing 4 (c).

[0039] DC to DC converter 36 changes the electrical potential difference of the electrical energy which a fuel cell 20 and a rechargeable battery 30 output, and supplies it to auxiliary machinery 34. An electrical potential difference required to drive a motor 32 is usually about 200V-300V, and the electrical potential difference corresponding to this is outputted from the fuel cell 20 and the rechargeable battery 30. However, the electrical potential difference when driving the auxiliary machinery 34, such as a Water pump mentioned already, is about 12V, and cannot supply the electrical potential difference outputted from a fuel cell 20 and a rechargeable battery 30 in the condition as it is. Therefore, the electrical potential difference is dropped with DC to DC converter 36.

[0040] By changing switch 20a by the side of the above-mentioned fuel cell, and switch 30a by the side of a rechargeable battery, a fuel cell 20 and a rechargeable battery 30, and a motor 32 can be connected, or it can separate. The connection condition of each above-mentioned switch is controlled by the control section 50.

[0041] The remaining capacity monitor 46 detects the remaining capacity of a rechargeable battery 30, and is constituted by SOC meter here. SOC meter integrates the current value and time amount of charge and discharge in a rechargeable battery 30, and a control section 50 calculates the remaining capacity of a rechargeable battery 30 based on this value. The remaining capacity monitor 46 is good also as constituting by the voltage sensor instead of SOC meter here. Since an electrical-potential-difference value falls as that remaining capacity decreases, a rechargeable battery 30 can detect the remaining capacity of a rechargeable battery 30 by measuring an electrical potential difference using this property. A control section 50 can calculate the remaining capacity of a rechargeable battery 30 based on the measured value inputted from a voltage sensor by connecting such an electrical-potential-difference sensor to a control section 50, and memorizing the relation of the electrical-potential-difference value and remaining capacity in a voltage sensor beforehand to the control section 50. Or the remaining capacity monitor 46 is good also as a configuration which measures the specific gravity of the electrolytic solution of a rechargeable battery 30, and detects remaining capacity.

[0042] A control section 50 is constituted as a logical circuit centering on a microcomputer, and consists of CPU52, ROM54, RAM56, and input/output port 58. CPU52 performs a predetermined operation etc. according to the control program set up beforehand. A control program, control data, etc. required to perform various data processing are beforehand stored in ROM54 by CPU52, and various data required to perform various data processing by CPU52 as well as RAM56 are written temporarily. While input/output port 58 inputs the detecting signal from various sensors, such as the remaining capacity monitor 46, etc., according to the result of an operation in CPU52, it outputs a driving signal to an inverter 80 etc., and controls the drive condition of each part of a fuel cell system.

[0043] In drawing 1, although only the input of the detecting signal from the remaining capacity monitor 46 and the signal from a current sensor 90, the output of the driving signal of an inverter 80, and the exchange of the signal between control units 33 were shown about the control section 50, in addition to this, the control section 50 is performing various control in a fuel cell system. As main things, control of the operational status of a fuel cell 20 can be mentioned in the control by the control section 50 which is not illustrated. As mentioned already, a driving signal is outputted to an air compressor 66 or a mass flow controller, control oxidation capacity and the amount of fuel gas, the amount of the methanol supplied to the reforming machine 64 and water is controlled, or the control section 50 is also performing temperature management of a fuel cell 20, and temperature management of the reforming machine 64.

[0044] An inverter 80 changes into three-phase-circuit alternating current the direct current supplied from a fuel cell 20 or a rechargeable battery 30, and supplies it to a motor 32. Here, it is controllable in the driving force generated by the motor 32 by adjusting the amplitude (in fact pulse width) and frequency of a three-phase-circuit alternating current which are supplied to a motor 32 based on the directions from a control section 50. This inverter 80 is constituted considering six switching elements (for example, the bipolar form MOSFET (IGBT)) as a main circuit component, and changes into the amplitude of arbitration, and the three-phase alternating current of a frequency the direct current supplied by the switching operation of these switching elements from a fuel cell 20 and a rechargeable battery 30. Electric conduction Rhine connects with the control section 50, and each switching element with which an inverter 80 is equipped receives control of the timing of

the switching with the driving signal from a control section 50.

[0045] The connection condition with this inverter 80, a fuel cell 20, or a rechargeable battery 30 is determined by control of the above-mentioned switches 20a and 30a. That is, connection of the inverter 80 besides connection between an inverter 80 and a fuel cell 20 and a rechargeable battery 30 and the concurrent connection of the fuel cell 20 to an inverter 80 and a rechargeable battery 30 are possible. And while taking these connection conditions, the output control (generation-of-electrical-energy operation control) of a fuel cell 20 can be performed to arbitration, and the output control (control of output ON and an output OFF) of a rechargeable battery 30 can also be performed to arbitration. On the other hand, since the output adjustment of a fuel cell or the rechargeable battery cannot be carried out from that configuration in JP,7-240212,A mentioned already at arbitration, in this example, it is advantageous to the system of this JP,7-240212,A.

[0046] A current sensor 90 detects the output current from a rechargeable battery 30. Although the output state of a rechargeable battery 30 has the case of discharge, and the case of charge, it is henceforth called the output current about the case of both charge and discharge. This current sensor 90 has connected with a control section 50, and the current value detected by the current sensor 90 is inputted into a control section 50. The inputted current value is used in case the charge-and-discharge condition in a rechargeable battery 30 is judged.

[0047] Next, the fuel cell control which the fuel cell system 10 which has the above-mentioned configuration performs is explained. Drawing 5 R> 5 is a flow chart showing the contents of processing of this fuel cell control. In the car carrying the fuel cell system 10, this fuel cell control is performed for every predetermined time and every 10microsec by CPU52 from from, when the predetermined start switch which starts this fuel cell system is turned on.

[0048] Activation of this routine performs reading of the drive demand power which the operator of an electric vehicle who carried this system demands through accelerator actuation first, and reading of the remaining capacity Q of a rechargeable battery 30 (step S100). This drive demand power is the power (power) for rotating a motor 32 according to a demand of an operator, and a car is provided with the generated output of a fuel cell 20, and the discharge power of a rechargeable battery 30. In this case, drive demand power reads and calculates the control input (output of accelerator pedal position sensor 33b) of accelerator pedal 33a in inputting through a control unit 33. Moreover, the remaining capacity Q of a rechargeable battery 30 is read from the output value of the remaining capacity monitor 46, and is calculated. If these reading operation is followed, the set condition of the intermittent flag fk which shows the purport which is in on-off operation mode in which a fuel cell 20 is operated intermittently is judged (step S110). If this intermittent flag fk is in a reset condition about set-reset being carried out by the below-mentioned processing, and carrying out on-off operation of the fuel cell 20 if it is in a set condition, it means carrying out continuous running of the fuel cell 20.

[0049] Here, when it judges with it being intermittent flag  $fk=0$  (reset condition; continuous running), drive demand power judges whether it is smaller than the predetermined threshold power Xpw (step S120). As shown in drawing 4 (c), since the output of a fuel cell 20 is low, the threshold power Xpw is the value (fuel cell output) of the field where system efficiency is low, and is set by this example to about 10% of the generation-of-electrical-energy capacity (power serviceability) of a fuel cell 20. In addition, it is not necessarily restricted to what this threshold power Xpw can set up many things according to the remaining capacity Q read at the charge-and-discharge capacity and step S100 of a rechargeable battery 30, and was described above.

[0050] Although it is in the situation to which continuous running of the fuel cell 20 is carried out in response to a judgment ( $fk=0$ ) at step S110 when an affirmation judging is carried out at this step S120, drive demand power will be smaller than the threshold power Xpw. Therefore, a value 1 is put into the intermittent flag fk, and this is set so that the purport which shifts the operation mode of a fuel cell 20 to on-off operation mode from continuous-running mode may be shown in this case (step S130). Next, the remaining capacity Q and drive demand power which were read at step S100 are contrasted, and it judges whether a motor 32 can be rotated with the power of the remaining capacity Q of a rechargeable battery 30 as drive demand power (step S140). That is, it judges whether drive demand power can be satisfied by remaining capacity Q.

[0051] When it judges with the ability of drive demand power to be satisfied by remaining capacity Q at this step S140, the fuel cell 20 in a low generation-of-electrical-energy field and operation of the fuel cell device group containing the above-mentioned fuel cell peripheral device of air compressor 66 grade are actually suspended (step S150). Then, the power of remaining capacity Q is supplied to a motor 32 from a rechargeable battery 30 (step S160), and this routine is once ended. Thereby, a motor 32 rotates by the electric power supply

only from a rechargeable battery 30, and drives a car by drive demand power.

[0052] On the other hand, at step S150, by remaining capacity Q, when it judges with the ability of drive demand power not to be satisfied, while carrying out the generating mode of the above-mentioned fuel cell device group, a value 0 "zero" is put into the intermittent flag fk, and this is reset that a rechargeable battery 30 and a fuel cell 20 should be used together, so that the purport which shifts to the continuous-running mode of a fuel cell 20 may be shown (step S170). Thereby, a car drive by drive demand power is attained at the rotation list of a motor 32 with the power of the remaining capacity Q of a rechargeable battery 30, and the power which the fuel cell 20 generated.

[0053] If this step S170 is followed, power is supplied to a motor 32 from a rechargeable battery 30 and a fuel cell 20 (step S180), and this routine is once ended so that drive demand power can provide meals with the power of the remaining capacity Q of a rechargeable battery 30, and the power which generated the fuel cell 20. If it explains in more detail, the power which should generate them with a fuel cell 20 from these both by reading by step S100 since drive demand power and remaining capacity Q are known will become settled. Therefore, the fuel gas amount of supply mentioned already for generating this fixed power is calculated, the above-mentioned peripheral device is operated according to that result, and the power which became settled the account of a top is generated with a fuel cell 20. Thereby, a motor 32 rotates by the electric power supply from a rechargeable battery 30 and a fuel cell 20, and drives a car by drive demand power.

[0054] Moreover, when it judges with drive demand power being more than the threshold power Xpw at step S120, it can be said that what is necessary is just to carry out a generating mode for a fuel cell 20 in the situation that system efficiency is high, for obtaining drive demand power. Therefore, it shifts to step S170 in order to provide drive demand power with the power of a rechargeable battery 30, and the generated output of a fuel cell 20. Thereby, a motor 32 rotates by the electric power supply from a rechargeable battery 30 and a fuel cell 20, and drives a car by drive demand power.

[0055] On the other hand, when it judges with it being intermittent flag fk=1 (set condition; on-off operation) at step S110 mentioned already, it judges whether drive demand power is larger than threshold power Xpw+alpha (step S190). Although it is in the situation to which on-off operation of the fuel cell 20 is carried out in response to a judgment (fk=1) at step S110 here when an affirmation judging is carried out, drive demand power will be larger than threshold power Xpw+alpha. Therefore, it shifts to step S170 in order to provide this big drive demand power with the power of a rechargeable battery 30, and the generated output of a fuel cell 20. Thereby, a motor 32 rotates by the electric power supply from a rechargeable battery 30 and a fuel cell 20, and drives a car by drive demand power.

[0056] Moreover, when a negative judging is carried out at step S190, drive demand power is still small. Therefore, it shifts to step S140 and processing after it mentioned already is performed in order to provide this drive demand power with the remaining capacity Q of a rechargeable battery 30, with the fuel cell device group containing a fuel cell 20 and its peripheral device stopped. Thereby, the fuel cell system 10 rotates a motor 32 by the remaining capacity Q of (step S150) and a rechargeable battery 30 under the halt situation of a fuel cell device group (step S160), and drives a car by drive demand power. Moreover, in remaining capacity Q, when insufficient, a motor 32 is rotated by the electric power supply from (a step S140; negation judging), a rechargeable battery 30, and a fuel cell 20 (step S 170 180), and a car is driven by drive demand power.

[0057] As explained above, the fuel cell system 10 of this example defines operation and a halt of the fuel cell device group containing a fuel cell 20 and its peripheral device with the magnitude of the drive demand power of the car which an operator demands through treading-in actuation of accelerator pedal 33a. That is, when this drive demand power is what is obtained by the generating mode of a heavy load field for a fuel cell 20, (a step S120; negation judging) and a fuel cell device group are operated, a generation of electrical energy is rotated with a fuel cell 20, a motor 32 is rotated with a lifting (step S170), this power, and the power of a rechargeable battery 30, and a car is driven (step S180). Therefore, in this case, the generating mode of the fuel cell 20 can be efficiently carried out in a heavy load field, and system efficiency can be improved as the fuel cell system 10, as a result an electric vehicle in which this was carried.

[0058] When drive demand power is what is obtained by the generating mode of a low load field for a fuel cell 20, on the other hand, (A step S120; affirmation judging), If motor rotation can be provided with the remaining capacity Q of a rechargeable battery 30 (step S140; affirmation judging) The fuel cell device group containing a fuel cell 20 and its peripheral device is stopped (step S150), a motor 32 is rotated by the remaining capacity Q

by rechargeable battery 30 independent one (step S160), and a car is driven by drive demand power. Therefore, since it can avoid carrying out the generating mode of the fuel cell 20 in a low load field, system efficiency can be improved as an electric vehicle in which causing a useless generation of electrical energy of a fuel cell 20 was lost, and the fuel cell system 10, as a result this were carried. And since it combines with the shutdown of a fuel cell 20 and operation of the peripheral device of air compressor 66 grade is also suspended, as the energy which operation of these equipments takes is not used, either, system efficiency can be improved more.

[0059] Moreover, even if drive demand power is the thing of a low load field, when motor rotation runs short of the remaining capacity Q of a rechargeable battery 30, (a step S140; negation judging) and a fuel cell device group are made to operate, a motor 32 is rotated with the power of a rechargeable battery 30 and a fuel cell 20 (step S 170 180), and a car is driven by drive demand power. For this reason, since a car can be driven in the state of the drive which an operator means, sense of incongruity is not given to an operator.

[0060] Moreover, in this example, since drive demand power increased, when operating a fuel cell 20 from the situation of having stopped the fuel cell 20 since drive demand power was below the threshold power  $X_{pw}$ , it was presupposed that the fuel cell 20 has been stopped until this drive demand power became larger than threshold power  $X_{pw} + \alpha$  (step S190). Therefore, even if drive demand power fluctuates around the threshold power  $X_{pw}$ , hunting which repeats operation and a halt of a fuel cell 20 is avoidable. For this reason, allophone generating of the pump which is the fault by hunting, for example, the peripheral device of a fuel cell 20, etc. is avoidable.

[0061] Although the example of this invention was explained above, as for this invention, it is needless to say that it can carry out in the mode which becomes various in the range which is not limited to an above-mentioned example or an above-mentioned operation gestalt at all, and does not deviate from the summary of this invention.

[0062] For example, in enabling it to perform the output control (generation-of-electrical-energy operation control) of a fuel cell 20, and the output control of a rechargeable battery 30 to arbitration, it can also be performed as follows. Drawing 6 R> 6 is a block diagram for explaining the configuration of the important section of a modification. In the modification shown in this drawing 6, DC to DC converter 30b was made to intervene, and the rechargeable battery 30 was connected to the fuel cell 20 at juxtaposition. When carrying out like this, after carrying out output adjustment of a rechargeable battery 30 by DC to DC converter 30b, the output (power) concerned can be supplied to a motor 32.

[0063] Moreover, although the above-mentioned example explained the case where the number of the fuel cell stacks containing a fuel cell 20 and auxiliary machinery 34 was one, it is applicable also about the system which has two or more fuel cell stacks. In this case, if shutdown including a fuel cell generation-of-electrical-energy halt or supplements can be performed and is carried out like this based on the magnitude of a load for every fuel cell stack, the generation of electrical energy by each fuel cell stack will not be made useless.

---

[Translation done.]

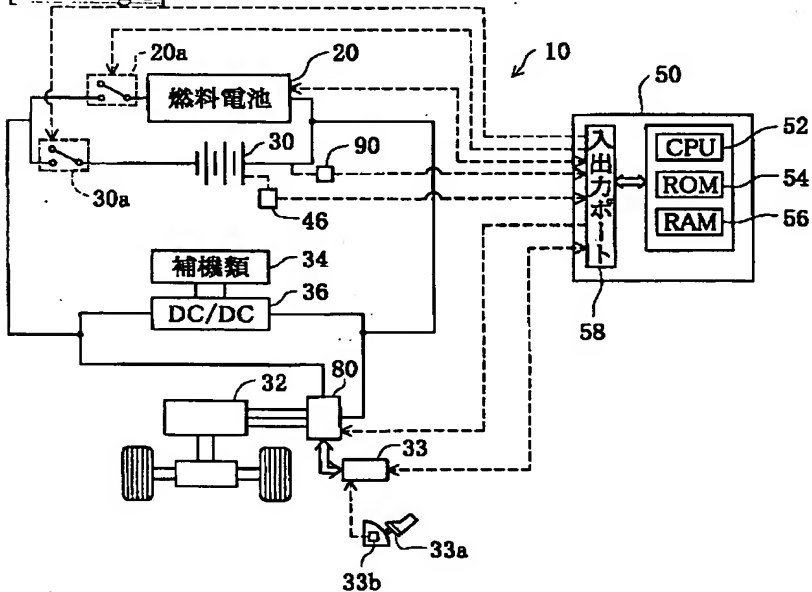
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

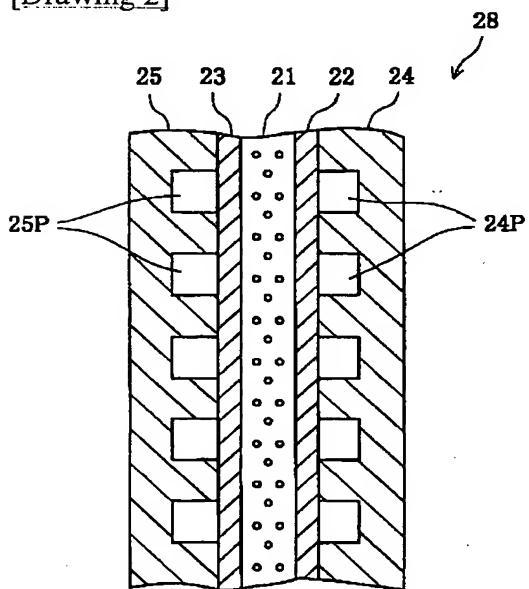
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

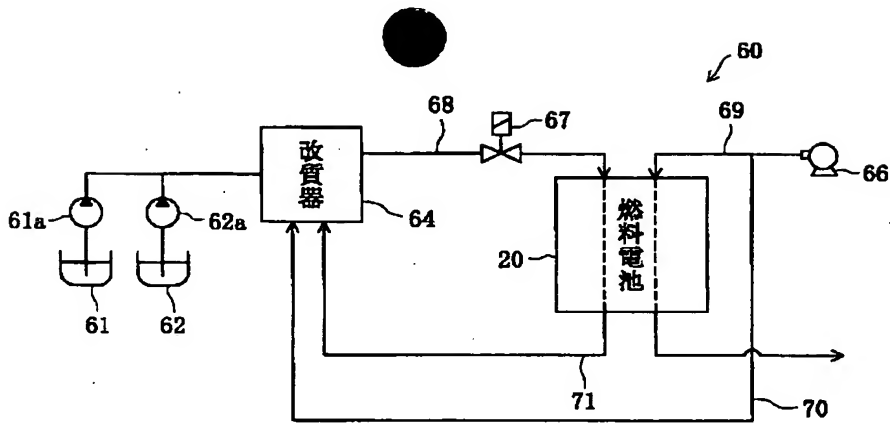
[Drawing 1]



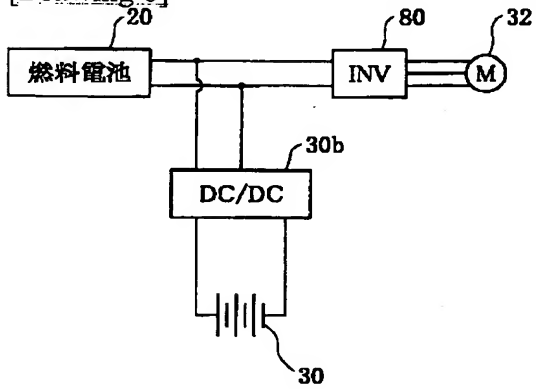
[Drawing 2]



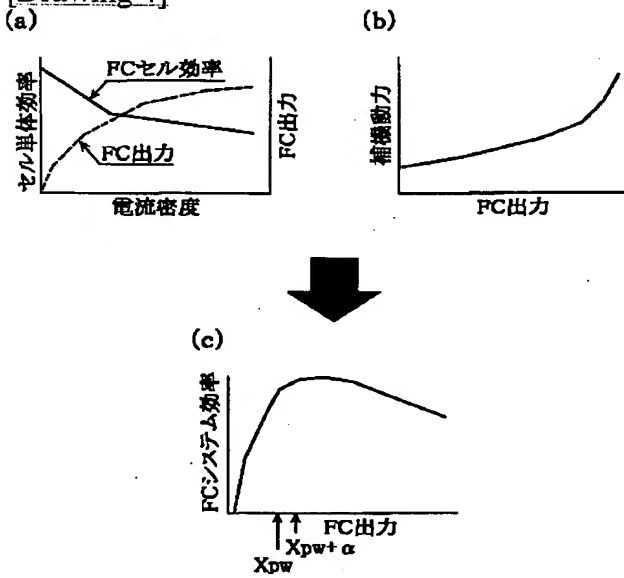
[Drawing 3]



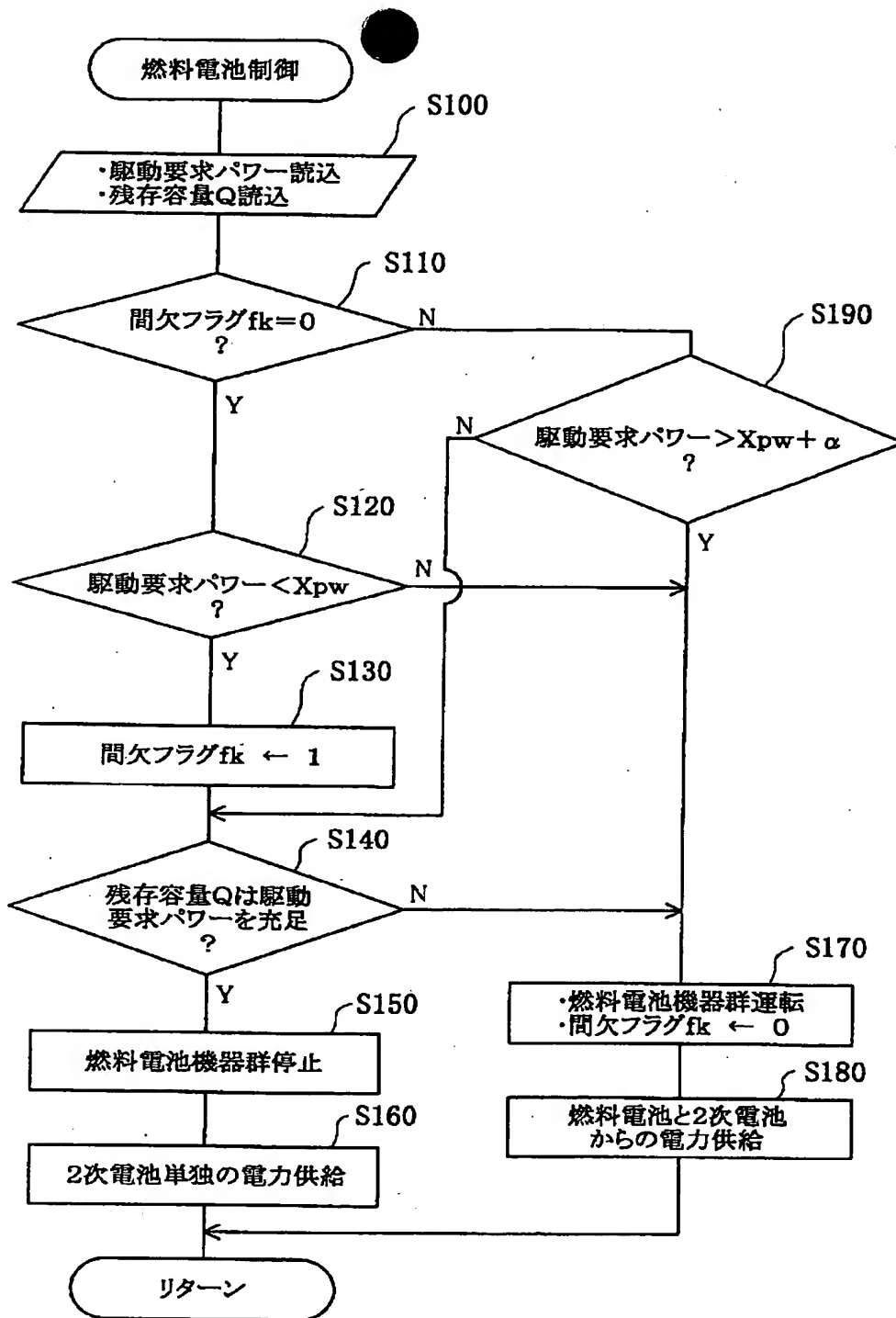
[Drawing 6]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]



(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001307758 A**

(43) Date of publication of application: **02.11.01**

(51) Int. Cl.  
**H01M 8/04**  
**B60K 1/04**  
**B60L 11/18**  
**H01M 8/00**

(21) Application number: **2000120830**

(22) Date of filing: **21.04.00**

(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP**

(72) Inventor: **MANABE KOUTA**  
**WATANABE NOBUO**

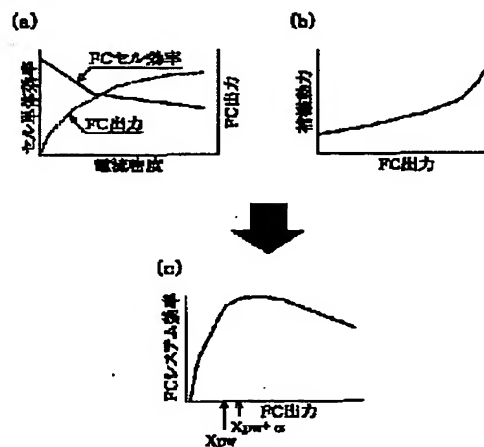
(54) **FUEL CELL SYSTEM AND ELECTRIC VEHICLE**

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(57) Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce futility in power generation of a fuel cell, and to improve efficiency as the whole system having the fuel cell and a secondary battery.

**SOLUTION:** The fuel cell system 10 determined run and stop of a fuel cell apparatus group including the battery 20 and its peripheral units depending on magnitude of driving power for a vehicle demanded by the operator through stepping operation of an accelerator. When this demanded driving power is obtained by generating operation of the fuel cell in a low load region below a threshold power  $X_{ps}$ , the fuel cell equipment group is let stop and a motor 32 is rotated by a secondary battery 30 alone with its remaining capacity, to drive the vehicle with the demanded driving power.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-307758

(P2001-307758A)

(43) 公開日 平成13年11月2日 (2001.11.2)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 M 8/04		H 0 1 M 8/04	P 3 D 0 3 5
			Y 5 H 0 2 7
B 6 0 K 1/04		B 6 0 K 1/04	Z 5 H 1 1 5
B 6 0 L 11/18		B 6 0 L 11/18	G
H 0 1 M 8/00		H 0 1 M 8/00	A
審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 13 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-120830 (P2000-120830)

(22) 出願日 平成12年4月21日 (2000.4.21)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 真鍋 晃太

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 渡辺 修夫

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100096817

弁理士 五十嵐 孝雄 (外3名)

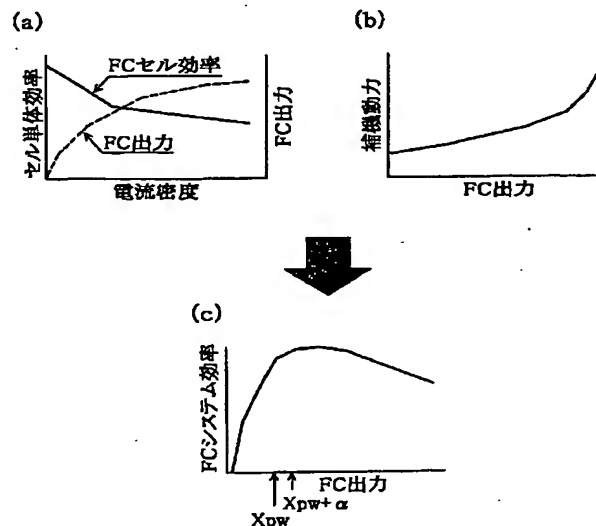
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システムおよび電気自動車

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池での発電の無駄を削減し、燃料電池と2次電池を有するシステム全体としての効率向上を図る。

【解決手段】 燃料電池システム10は、アクセルペダルの踏込操作を介して運転者が要求する車両の駆動要求パワーの大きさにより、燃料電池20とその周辺装置を含む燃料電池機器群の運転・停止を定める。この駆動要求パワーが閾値パワー $X_{ps}$ 以下の低負荷領域の燃料電池発電運転で得られるものである場合には、燃料電池機器群を停止させ、2次電池30単独でその残存容量Qによりモータ32を回転させて、車両を駆動要求パワーで駆動する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 並列に接続された燃料電池と2次電池と、  
負荷に対して前記両電池から前記負荷への電力の供給を行なう電力供給手段とを有する燃料電池システムであって、  
前記電力供給手段は、  
接続される負荷の大きさを検出する検出手段と、  
検出負荷が所定の低負荷領域である場合には、前記燃料電池の発電運転を停止して前記燃料電池からの電力供給を停止する停止手段とを備えた燃料電池システム。

【請求項2】 請求項1記載の燃料電池システムであって、  
前記停止手段は、前記発電運転に関与する燃料電池補機の運転を停止する手段を有する、燃料電池システム。

【請求項3】 請求項1又は請求項2記載の燃料電池システムであって、  
前記電力供給手段は、  
前記2次電池の残存容量を検出する手段と、  
前記検出残存容量で前記低負荷領域の場合の前記検出負荷を賄えるときには、前記停止手段の動作を禁止する手段とを有する、燃料電池システム。

【請求項4】 請求項1ないし請求項3いずれか記載の燃料電池システムであって、  
前記低負荷領域は、前記燃料電池の電力供給能力の約10%以下の領域とされている、燃料電池システム。

【請求項5】 請求項1記載の燃料電池システムであって、  
前記接続される負荷は、燃料電池システム外への電力供給先である第1の負荷と、燃料電池システム内への電力供給先である第2の負荷とからなる、燃料電池システム。

【請求項6】 並列に接続された燃料電池と2次電池と、  
負荷に対して前記両電池から前記負荷への電力の供給を行なう電力供給手段とを有する燃料電池システムであって、  
前記電力供給手段は、  
燃料電池システムのシステム効率が所定値以下である場合には、前記燃料電池の発電運転を停止して前記燃料電池からの電力供給を停止する停止手段を備えた燃料電池システム。

【請求項7】 電気エネルギーによってモータを回転させ、該モータの回転力を車軸に伝えることによって駆動力を得る電気自動車であって、  
並列に接続された燃料電池と2次電池と、負荷に対して前記両電池から前記負荷への電力の供給を行なう電力供給手段とを有する燃料電池システムを搭載し、前記燃料電池システムの前記電力供給手段は、  
接続される負荷の大きさを検出する検出手段と、

検出負荷が所定の低負荷領域である場合には、前記燃料電池の発電運転を停止して前記燃料電池からの電力供給を停止する停止手段とを備え、

前記モータは、前記燃料電池システムから電力の供給を受ける、電気自動車。

【請求項8】 請求項7記載の電気自動車であって、  
前記接続される負荷は、燃料電池システム外への電力供給先である第1の負荷と、燃料電池システム内への電力供給先である第2の負荷とからなる、電気自動車。

【請求項9】 電気エネルギーによってモータを回転させ、該モータの回転力を車軸に伝えることによって駆動力を得る電気自動車であって、  
並列に接続された燃料電池と2次電池と、負荷に対して前記両電池から前記負荷への電力の供給を行なう電力供給手段とを有する燃料電池システムを搭載し、前記燃料電池システムの前記電力供給手段は、  
燃料電池システムのシステム効率が所定値以下である場合には、前記燃料電池の発電運転を停止して前記燃料電池からの電力供給を停止する停止手段を備え、  
前記モータは、前記燃料電池システムから電力の供給を受ける、電気自動車。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池システムおよび電気自動車に関し、詳しくは燃料電池と2次電池とを備えた燃料電池システムと、この燃料電池システムを搭載した電気自動車に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の燃料電池システムとして、燃料電池と2次電池とを電源として備え、この両電池からモータ等の負荷に電力を供給するものが提案されている（例えば特開平7-240212号公報など）。この燃料電池システムは、負荷の増減に応じて単純に燃料電池の出力を制御するのではなく、燃料電池を、その用いる燃料の変換効率が高い範囲で運転するようにして、システムの変換効率を高い範囲で維持するようにしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記した従来の燃料電池システムでは、負荷に供給が必要とされる電力の大小に拘わらず、燃料電池では高い変換効率のまま運転されることになる。したがって、負荷が小さい場合でも燃料電池は高変換効率範囲での運転を継続することになるため、燃料電池の発電が無駄になることもあった。

【0004】本発明は、上記問題点を解決するためになされ、燃料電池での発電の無駄を削減し、燃料電池と2次電池を有するシステム全体としての効率向上を図ることを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】か

かる課題の少なくとも一部を解決するため、本発明の燃料電池システムは、並列に接続された燃料電池と2次電池と、負荷に対して前記両電池から前記負荷への電力の供給を行なう電力供給手段とを有する燃料電池システムであって、前記電力供給手段は、接続される負荷の大きさを検出する検出手段と、検出負荷が所定の低負荷領域である場合には、前記燃料電池の発電運転を停止して前記燃料電池からの電力供給を停止する停止手段とを備えることをその要旨とする。

【0006】上記構成を有する本発明の燃料電池システムでは、負荷の大きさが所定の低負荷領域である場合には、燃料電池の発電運転を停止してその燃料電池からの電力供給を停止する。そして、この場合には、電力制御手段により、2次電池から負荷に電力の供給を行なう。このため、低負荷領域では、燃料電池の発電運転を要しないので、燃料電池の発電が無駄になるようなことがなくシステム全体としての効率を向上できる。この低負荷領域としては、燃料電池の電力供給能力の約10%以下の領域とすることができる。

【0007】また、上記の負荷には、燃料電池で得られた発電電力を燃料電池システム外に供給する場合の第1の負荷のみならず、燃料電池システムの維持に關与する第2の負荷（即ち、燃料電池システム内での負荷）が含まれる。そして、第2の負荷の大きさが上記低負荷領域であるとすると、2次電池からの電力供給によりシステム維持を図る。

【0008】この場合、接続される負荷の大きさによる場合と同様に、燃料電池システムのシステム効率が所定値以下であると、燃料電池の発電運転を停止して燃料電池からの電力供給を停止するようにすることもできる。こうしても、システム効率が低いときには、2次電池から電力供給を行なって、燃料電池の発電を無駄にしないようにできる。

【0009】上記の構成を有する本発明の燃料電池システムは、以下の態様を採ることもできる。即ち、前記停止手段を、前記発電運転に關与する燃料電池補機の運転を停止する手段を有するものとすることができる。こうすれば、これら燃料電池補機の運転に要するエネルギーも使わないようにできるので、よりシステム効率を向上できる。

【0010】また、前記電力供給手段を、前記2次電池の残存容量を検出する手段と、前記検出残存容量で前記低負荷領域の場合の前記検出負荷を賄えるときには、前記停止手段の動作を禁止する手段とを有するものとすることができる。

【0011】こうすれば、低負荷領域であってしかも2次電池の残存容量が低いときでは、燃料電池の発電運転を起こして負荷を充足することができ、負荷停止といった不具合を招かない。

【0012】また、本発明の電気自動車は、電気エネル

ギによってモータを回転させ、該モータの回転力を車軸に伝えることによって駆動力を得る電気自動車であって、並列に接続された燃料電池と2次電池と、負荷に対して前記両電池から前記負荷への電力の供給を行なう電力供給手段とを有する燃料電池システムを搭載し、前記燃料電池システムの前記電力供給手段は、接続される負荷の大きさを検出する検出手段と、検出負荷が所定の低負荷領域である場合には、前記燃料電池の発電運転を停止して前記燃料電池からの電力供給を停止する停止手段とを備え、前記モータは、前記燃料電池システムから電力の供給を受けることをその要旨とする。

【0013】上記構成を有する本発明の電気自動車では、車両駆動に求められるモータの回転力が小さい所定の領域（低負荷領域）である場合には、燃料電池を発電運転することなく、2次電池からモータに電力の供給を行なう。このため、低負荷領域では、燃料電池の発電運転を要しないので、燃料電池の発電が無駄になるようなことがなく電気自動車としてシステム効率を向上できる。

【0014】そして、この電気自動車において、燃料電池の発電運転に則して燃料電池補機の運転を停止するようにすれば、これら燃料電池補機の運転に要するエネルギーも使わないようにできるので、よりシステム効率を向上できる。

【0015】また、低負荷領域であってそのときの検出負荷（求められるモータ回転力）を2次電池の残存容量で賄えないときには、燃料電池の発電運転を行うようにすることもできる。こうすれば、燃料電池の発電運転により得られた電力をモータに供給してこれを回転させるので、モータ停止といった事態を招かずモータ停止による車両挙動を起こさない。よって、モータを回転させて車両を駆動させるための操作を行う運転者に、モータ停止による車両挙動に伴う違和感を与えないようにできる。

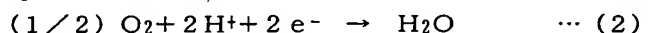
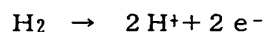
【0016】更に、接続される負荷が低負荷領域の場合と同様に、燃料電池システムのシステム効率が所定値以下であると、燃料電池の発電運転を停止して燃料電池からの電力供給を停止するようにすることもできる。こうしても、システム効率が低いときの車両走行に際しては、2次電池から電力供給を行なって走行し、燃料電池の発電を無駄にしないようにできる。

【0017】

【発明の実施の形態】以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の実施の形態を実施例に基づき説明する。図1は、本発明の好適な一実施例である燃料電池システム10を搭載した電気自動車の構成の概略を表すブロック図である。本実施例の燃料電池システム10は、車両に搭載されて車両駆動用の電源として働く。燃料電池システム10は、燃料電池20、2次電池30、車両駆動用のモータ32、補機類3

4、DC/DCコンバータ36、残存容量モニタ46、制御部50、インバータ80、電流センサ90を主な構成要素とする。以下、燃料電池システム10の各構成要素について説明する。

【0018】燃料電池20は、固体高分子電解質型の燃料電池であり、構成単位である単セル28を複数積層し



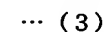
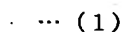
【0020】(1)式は陰極側における反応、(2)式は陽極側における反応を示し、(3)式は電池全体で起こる反応を表わす。図2は、この燃料電池20を構成する単セル28の構成を例示する断面図である。単セル28は、電解質膜21と、アノード22およびカソード23と、セパレータ24、25とから構成されている。

【0021】アノード22およびカソード23は、電解質膜21を両側から挟んでサンドイッチ構造を成すガス拡散電極である。セパレータ24、25は、このサンドイッチ構造をさらに両側から挟みつつ、アノード22およびカソード23との間に、燃料ガスおよび酸化ガスの流路を形成する。アノード22とセパレータ24との間には燃料ガス流路24Pが形成されており、カソード23とセパレータ25との間には酸化ガス流路25Pが形成されている。セパレータ24、25は、図2ではそれぞれ片面にのみ流路を形成しているが、実際にはその両面にリブが形成されており、片面はアノード22との間で燃料ガス流路24Pを形成し、他面は隣接する単セルが備えるカソード23との間で酸化ガス流路25Pを形成する。このように、セパレータ24、25は、ガス拡散電極との間でガス流路を形成するとともに、隣接する単セル間で燃料ガスと酸化ガスの流れを分離する役割を果たしている。もとより、単セル28を積層してスタック構造を形成する際、スタック構造の両端に位置する2枚のセパレータは、ガス拡散電極と接する片面にだけリブを形成することとしてもよい。

【0022】ここで、電解質膜21は、固体高分子材料、例えばフッ素系樹脂により形成されたプロトン伝導性のイオン交換膜であり、湿潤状態で良好な電気伝導性を示す。本実施例では、ナフィオン膜（デュポン社製）を使用した。電解質膜21の表面には、触媒としての白金または白金と他の金属からなる合金が塗布されている。触媒を塗布する方法としては、白金または白金と他の金属からなる合金を担持したカーボン粉を作製し、この触媒を担持したカーボン粉を適当な有機溶剤に分散させ、電解質溶液（例えば、Aldrich Chemical社、Nafion Solution）を適量添加してペースト化し、電解質膜21上にスクリーン印刷するという方法をとった。あるいは、上記触媒を担持したカーボン粉を含有するペーストを膜成形してシートを作製し、このシートを電解質膜21上にプレスする構成

たスタック構造を有している。燃料電池20は、陰極側に水素を含有する燃料ガスの供給を受け、陽極側には酸素を含有する酸化ガスの供給を受けて以下に示す電気化学反応によって起電力を得る。

【0019】



も好適である。また、白金などの触媒は、電解質膜21ではなく、電解質膜21を接するアノード22およびカソード23側に塗布することとしてもよい。

【0023】アノード22およびカソード23は、共に炭素繊維からなる糸で織成したカーボクロスにより形成されている。なお、本実施例では、アノード22およびカソード23をカーボクロスにより形成したが、炭素繊維からなるカーボンペーパーまたはカーボンフェルトにより形成する構成も好適である。

【0024】セパレータ24、25は、ガス不透過の導電性部材、例えば、カーボンを圧縮してガス不透過とした緻密質カーボンにより形成されている。セパレータ24、25はその両面に、平行に配置された複数のリブを形成しており、既述したように、アノード22の表面とで燃料ガス流路24Pを形成し、隣接する単セルのカソード23の表面とで酸化ガス流路25Pを形成する。ここで、各セパレータの表面に形成されたリブは、両面ともに平行に形成する必要はなく、面毎に直行するなど所定の角度をなすこととしてもよい。また、リブの形状は平行な溝状である必要はなく、ガス拡散電極に対して燃料ガスまたは酸化ガスを供給可能であればよい。

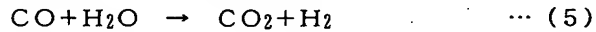
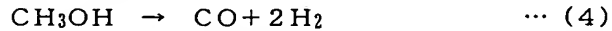
【0025】以上、燃料電池20の基本構造である単セル28の構成について説明した。実際に燃料電池20として組み立てるときには、セパレータ24、アノード22、電解質膜21、カソード23、セパレータ25の順序で構成される単セル28を複数組積層し（本実施例では100組）、その両端に緻密質カーボンや銅板などにより形成される集電板26、27を配置することによって、スタック構造を構成する。

【0026】図1のブロック図では図示しなかったが、実際に燃料電池を用いて発電を行なうには、上記スタック構造を有する燃料電池本体の他に所定の周辺装置（燃料電池補機）を必要とする。図3は、燃料電池20とその周辺装置とからなる燃料電池部60の構成を例示するブロック図である。燃料電池部60は、上記燃料電池20と、メタノールタンク61および水タンク62と、改質器64と、エアコンプレッサ66とを主な構成要素とするほか、メタノールと水をタンクから流出供給させるためのポンプ61a、62aを有する。

【0027】改質器64は、メタノールタンク61および水タンク62から、メタノールおよび水の供給を受け

る。改質器 64 では、供給されたメタノールを原燃料として水蒸気改質法による改質を行ない、水素リッチな燃料ガスを生成する。以下に、改質器 64 で行なわれる改質反応を示す。

【0028】



【0029】改質器 64 で行なわれるメタノールの改質反応は、(4) 式で表わされるメタノールの分解反応と

(5) 式で表わされる一酸化炭素の変成反応とが同時に進行し、全体として (6) 式の反応が起きる。このような改質反応は全体として吸熱反応である。改質器 64 で生成された水素リッチな燃料ガスは燃料供給路 68 を介して燃料電池 20 に供給され、燃料電池 20 内では各単セル 28 において、前記燃料ガス流路 24P に導かれてアノード 22 における電池反応に供される。アノード 22 で行なわれる反応は記述した (1) 式で表わされるが、この反応で必要な水を補って電解質膜 21 の乾燥を防ぐために、燃料供給路 68 に加湿器を設け、燃料ガスを加湿した後に燃料電池 20 に供給することとしてもよい。なお、このように加湿器を設けた場合は、この加湿器も上記した周辺機器に含まれる。

【0030】また、エアコンプレッサ 66 は、外部から取り込んだ空気を燃料電池 20 に加圧供給する。エアコンプレッサ 66 に取り込まれて加圧された空気は、空気供給路 69 を介して燃料電池 20 に供給され、燃料電池 20 内では各単セル 28 において、前記酸化ガス流路 25P に導かれてカソード 23 における電池反応に供される。一般に燃料電池では、両極に供給されるガスの圧力が増大するほど反応速度が上昇するため電池性能が向上する。そこで、カソード 23 に供給する空気は、このようにエアコンプレッサ 66 によって加圧を行なっている。なお、アノード 22 に供給する燃料ガスの圧力は、記述した燃料供給路 68 に設けたマスフロコントローラの電磁バルブ 67 の開閉状態を制御することによって容易に調節可能である。

【0031】燃料電池 20 内のアノード 22 で電池反応に使用された後の燃料排ガスと、エアコンプレッサ 66 によって圧縮された空気の一部とは改質器 64 に供給される。既述したように、改質器 64 における改質反応は吸熱反応であって外部から熱の供給が必要であるため、改質器 64 内部には図示しないバーナが加熱用に備えられている。上記燃料ガスと圧縮空気とは、このバーナの燃焼のために用いられる。燃料電池 20 の陽極側から排出された燃料排ガスは燃料排出路 71 によって改質器 64 に導かれ、圧縮空気は空気供給路 69 から分岐する分岐空気路 70 によって改質器 64 に導かれる。燃料排ガスに残存する水素と圧縮空気中の酸素とはバーナの燃焼に用いられ、改質反応に必要な熱量を供給する。

【0032】このような燃料電池 20 は、接続される負荷の大きさに応じて燃料ガス量および酸化ガス量を調節することによって出力を制御することができる。この出力の制御は制御部 50 によって行なわれる。すなわち、既述したエアコンプレッサ 66 や燃料供給路 68 に設けた電磁バルブ 67 に対して制御部 50 からの駆動信号を出力し、その駆動量や開閉状態を調節することで供給ガス量を制御して燃料電池 20 の出力を調節している。

【0033】以上説明した燃料電池 20 は、図 1 に示すように、2 次電池 30、モータ 32 および補機類 34 と接続している。この燃料電池 20 は、モータ 32 および補機類 34 に対して電力の供給を行なうと共に、これら負荷の状態に応じて 2 次電池 30 の充電を行なう。この場合、燃料電池 20 は、モータ 32 および補機類 34 とスイッチ 20a を介して接続されており、制御部 50 によるこのスイッチ 20a や 2 次電池側のスイッチ 30a の開閉制御を経て、モータ 32 や補機類 34 への電力供給、2 次電池 30 の充電が実行される。

【0034】図 1 に戻って各部の構成について更に説明する。2 次電池 30 は、上記燃料電池 20 とともにモータ 32 および補機類 34 に電力を供給する電源装置である。本実施例では鉛蓄電池を用いたが、ニッケル・カドミウム蓄電池、ニッケル・水素蓄電池、リチウム 2 次電池など他種の 2 次電池を用いることもできる。この 2 次電池 30 の容量は、燃料電池システム 10 を搭載する車両の大きさやこの車両の想定される走行条件、あるいは要求される車両の性能（最高速度や走行距離など）などによって決定される。

【0035】モータ 32 は、三相同期モータである。燃料電池 20 や 2 次電池 30 が出力する直流電流は、後述するインバータ 80 によって三相交流に変換されてモータ 32 に供給される。このような電力の供給を受けてモータ 32 は回転駆動力を発生し、この回転駆動力は、燃料電池システム 10 を搭載する車両における車軸を介して、車両の前輪および／または後輪に伝えられ、車両を走行させる動力となる。このモータ 32 は、制御装置 33 の制御を受ける。制御装置 33 は、アクセルペダル 33a の操作量を検出するアクセルペダルポジションセンサ 33b などとも接続されている。また、制御装置 33 は、制御部 50 とも接続されており、この制御部 50 との間でモータ 32 の駆動などに関する種々の情報をやり取りしている。

【0036】補機類 34 は、燃料電池システム 10 における燃料電池 20 の稼働中に所定範囲内の電力を消費する負荷である。例えば、周辺装置として既述したエアコンプレッサ 66 や、メタノール・水の各ポンプ 61a、62a のほか、マスフロコントローラや図示しないウォータポンプなどがこの補機類に相当する。エアコンプレッサ 66 は、既述したように、燃料電池 20 に供給する酸化ガス圧を調節するものである。また、ウォータポン

ブは、冷却水を加圧して燃料電池20内を循環させるものであり、このように冷却水を循環させて燃料電池20内で熱交換を行なわせることによって、燃料電池20の内部温度を所定の温度以下に制御する。マスフロコントローラは、既述したように燃料電池20に供給する燃料ガスの圧力と流量を調節する。従って、図1のブロック図では燃料電池20と補機類34とは独立して表わされているが、これら燃料電池20の運転状態の制御に関わる機器については燃料電池20の周辺機器ということもできる。このような補機類34の電力消費量は、モータ32の消費電力に比べて少なくものの、燃料電池20の発電量が多くなるほど多くなる。また、この補機類は、燃料電池20が発電運転している状況下では、発電量の大小に拘わらず運転される。この点について説明する。

【0037】図4は燃料電池20としての効率を説明するための説明図であり、図4(a)は電流密度と単セル単体の効率、電池(FC)出力との関係を表す説明図、図4(b)は補機動力とFC出力との関係を表す説明図、図4(c)はFC出力とFCシステム効率との関係を表す説明図である。単セルでは、発電のための燃料ガス(酸素、改質ガス)は、電流密度を高めて発電量を増やそうとする際、それに応じて増量供給される。このようにガス供給が増え、既述した陰陽での電極反応に供することなく単セルを通過するガス量も増え、発電に未関与のガス量が増えることになる。よって、単セル効率を供給ガス量当たりの発電量(電流密度)と規定すると、図4(a)に示すように、電流密度が増え、単セル効率は低下する。なお、単セルの集合である燃料電池20としては、その出力(FC出力)は、図中点線で示すように、電流密度が大きくなるほど大きくなる。

【0038】一方、上記したエアコンプレッサ66等の周辺装置は、供給ガス量の増加(即ち、FC出力)に応じてほぼ増加する動力を必要とし、FC出力が低い場合であっても所定の動力を必要とする(図4(b)参照)。これらの結果、燃料電池20としてのシステム効率(例えば、発電量から補機駆動に要する電力を差し引いた電力をガス供給量で除算した値)は、図4(c)に示すように、FC出力が小さいほど低下する。

【0039】DC/DCコンバータ36は、燃料電池20および2次電池30が出力する電気エネルギーの電圧を変換して補機類34に供給する。モータ32を駆動するのに必要な電圧は、通常200V~300V程度であり、燃料電池20および2次電池30からはこれに見合った電圧が出力されている。しかしながら、既述したウオータポンプなどの補機類34を駆動するときの電圧は12V程度であり、燃料電池20および2次電池30から出力される電圧をそのままの状態では供給することはできない。したがって、DC/DCコンバータ36によって電圧を降下させている。

【0040】上記した燃料電池側のスイッチ20aや2

次電池側のスイッチ30aを切り替えることによって、燃料電池20および2次電池30とモータ32とを接続したり切り離したりすることができる。上記各スイッチの接続状態は、制御部50によって制御されている。

【0041】残存容量モニタ46は、2次電池30の残存容量を検出するものであり、ここではSOCメータによって構成されている。SOCメータは2次電池30における充電・放電の電流値と時間とを積算するものであり、この値を基に制御部50は2次電池30の残存容量を演算する。ここで残存容量モニタ46は、SOCメータの代わりに電圧センサによって構成することとしてもよい。2次電池30は、その残存容量が少なくなるにつれて電圧値が低下するため、この性質を利用して電圧を測定することによって2次電池30の残存容量を検出することができる。このような電圧センサは制御部50に接続させるものであり、制御部50に予め電圧センサにおける電圧値と残存容量との関係を記憶しておくことによって、電圧センサから入力される測定値を基に制御部50は2次電池30の残存容量を求めることができる。あるいは、残存容量モニタ46は、2次電池30の電解液の比重を測定して残存容量を検出する構成としてもよい。

【0042】制御部50は、マイクロコンピュータを中心とした論理回路として構成され、CPU52、ROM54、RAM56および入出力ポート58からなる。CPU52は、予め設定された制御プログラムに従って所定の演算などを実行する。ROM54には、CPU52で各種演算処理を実行するのに必要な制御プログラムや制御データなどが予め格納されており、RAM56には、同じくCPU52で各種演算処理を実行するのに必要な各種データが一時的に読み書きされる。入出力ポート58は、残存容量モニタ46など各種センサからの検出信号などを入力すると共に、CPU52での演算結果に応じて、インバータ80などに駆動信号を出力して燃料電池システムの各部の駆動状態を制御する。

【0043】図1では、制御部50に関しては、残存容量モニタ46からの検出信号および電流センサ90からの信号の入力と、インバータ80の駆動信号の出力と、制御装置33との間の信号のやり取りのみを示したが、制御部50はこの他にも燃料電池システムにおける種々の制御を行なっている。制御部50による図示しない制御の中で主要なものとしては、燃料電池20の運転状態の制御を挙げることができる。既述したように、エアコンプレッサ66やマスフロコントローラに駆動信号を出力して酸化ガス量や燃料ガス量を制御したり、改質器64に供給するメタノールおよび水の量を制御したり、燃料電池20の温度管理や改質器64の温度管理も制御部50が行なっている。

【0044】インバータ80は、燃料電池20や2次電池30から供給される直流電流を、3相交流電流に変換



してモータ32に供給する。ここでは、制御部50からの指示に基づいて、モータ32に供給する3相交流の振幅（実際にはパルス幅）および周波数を調節することによって、モータ32で発生する駆動力を制御可能となっている。このインバータ80は、6個のスイッチング素子（例えば、バイポーラ形MOSFET（IGBT））を主回路素子として構成されており、これらのスイッチング素子のスイッチング動作により燃料電池20および2次電池30から供給される直流電流を任意の振幅および周波数の三相交流に変換する。インバータ80が備える各スイッチング素子は、導電ラインにより制御部50に接続されており、制御部50からの駆動信号によりそのスイッチングのタイミングの制御を受ける。

【0045】このインバータ80と燃料電池20或いは2次電池30との接続状態は上記のスイッチ20a、30aの制御により決定される。つまり、インバータ80と燃料電池20との接続のほか、インバータ80と2次電池30の接続や、インバータ80への燃料電池20と2次電池30の同時接続が可能である。そして、これらの接続状態を採る間において、燃料電池20の出力制御（発電運転制御）を任意に実行でき、また、2次電池30の出力制御（出力ON・出力OFFの制御）も任意に実行できる。これに対し、既述した特開平7-240212号ではその構成から燃料電池や2次電池を任意に出力調整できないので、本実施例では、この特開平7-240212号のシステムに対して有利である。

【0046】電流センサ90は、2次電池30からの出力電流を検出する。2次電池30の出力状態は放電の場合も充電の場合もあるが、以後、充放電両方の場合について出力電流という。この電流センサ90は制御部50と接続しており、電流センサ90によって検出された電流値は制御部50に入力される。入力された電流値は、2次電池30における充放電状態を判断する際に用いられる。

【0047】次に、上記した構成を有する燃料電池システム10が実行する燃料電池制御について説明する。図5はこの燃料電池制御の処理の内容を表すフローチャートである。この燃料電池制御は、燃料電池システム10を搭載する車両において、この燃料電池システムを始動させる所定のスタートスイッチがオン状態になったときから、CPU52によって所定時間ごと、例えば10 $\mu$ secごとに実行される。

【0048】本ルーチンが実行されると、まず、本システムを搭載した電気自動車の運転者がアクセル操作を介して要求する駆動要求パワーの読み込みと、2次電池30の残存容量Qの読み込みを実行する（ステップS100）。この駆動要求パワーは、車両を運転者の要求に応じてモータ32を回転させるためのパワー（電力）であり、燃料電池20の発電電力と2次電池30の放電電力で賄われる。この場合、駆動要求パワーは、アクセルペ

ダル33aの操作量（アクセルペダルポジションセンサ33bの出力）を制御装置33を経て入力することで読み込み演算される。また、2次電池30の残存容量Qは残存容量モニタ46の出力値から読み込み演算される。これら読み込み演算に続いては、燃料電池20を間欠的に運転する間欠運転モードである旨を示す間欠フラグfkのセット状態を判定する（ステップS110）。この間欠フラグfkは、後述の処理にてセット・リセットされ、セット状態であれば燃料電池20を間欠運転させることを、リセット状態であれば燃料電池20を連続運転させることを表す。

【0049】ここで、間欠フラグfk=0（リセット状態；連続運転）であると判定した場合は、駆動要求パワーが所定の閾値パワーXpwより小さいか否かの判定を行う（ステップS120）。閾値パワーXpwは、図4(c)に示すように、燃料電池20の出力が低いためにシステム効率が低くなっている領域の値（燃料電池出力）であり、本実施例では、燃料電池20の発電能力（電力供給能力）の約10%に設定されている。なお、この閾値パワーXpwは、2次電池30の充放電能力やステップS100で読み込んだ残存容量Q等に応じて種々設定することが可能であり、上記したものに限られるわけではない。

【0050】このステップS120で肯定判定した場合は、ステップS110での判定（fk=0）を受けて燃料電池20を連続運転させる状況ではあるものの、駆動要求パワーが閾値パワーXpwより小さいことになる。よって、この場合は、燃料電池20の運転モードを連続運転モードから間欠運転モードに移行する旨を示すよう、間欠フラグfkに値1を入れてこれをセットする（ステップS130）。次に、ステップS100で読み取った残存容量Qと駆動要求パワーとを対比し、2次電池30の残存容量Qだけの電力でモータ32を駆動要求パワー通りに回転させることができるか否かを判定する（ステップS140）。つまり、残存容量Qで駆動要求パワーを充足できるかを判定する。

【0051】このステップS140で、残存容量Qで駆動要求パワーを充足できると判定した場合は、低い発電領域での燃料電池20と上記したエアコンプレッサ66等の燃料電池周辺装置を含む燃料電池機器群の運転を実際に停止する（ステップS150）。続いて、2次電池30から残存容量Qの電力をモータ32に供給して（ステップS160）、一旦本ルーチンを終了する。これにより、モータ32は2次電池30のみからの電力供給により回転し、車両は駆動要求パワーで駆動する。

【0052】一方、ステップS150で、残存容量Qだけでは駆動要求パワーを充足できないと判定した場合は、2次電池30と燃料電池20を併用すべく、上記の燃料電池機器群を発電運転させると共に、燃料電池20の連続運転モードに移行する旨を示すよう、間欠フラグ



f kに値0「ゼロ」を入れてこれをリセットする(ステップS170)。これにより、2次電池30の残存容量Qの電力と燃料電池20が発電した電力とで、モータ32の回転並びに駆動要求パワーでの車両駆動が可能となる。

【0053】このステップS170に続いては、駆動要求パワーが2次電池30の残存容量Qの電力と燃料電池20が発電した電力とで賄えるよう、2次電池30と燃料電池20とからモータ32に電力を供給して(ステップS180)、一旦本ルーチンを終了する。より詳しく説明すると、駆動要求パワーと残存容量QはステップS100での読み込みにより既知であることから、この両者から、燃料電池20で発電すべき電力は定まる。よって、この定まった電力を発電するための既述した燃料ガス供給量を演算し、その結果に応じて上記の周辺装置を運転し、上記定まった電力を燃料電池20で発電する。これにより、モータ32は2次電池30と燃料電池20とからの電力供給により回転し、車両は駆動要求パワーで駆動する。

【0054】また、ステップS120で駆動要求パワーが閾値パワー $X_{pw}$ 以上であると判定した場合は、駆動要求パワーを得るには燃料電池20をシステム効率が高い状態で発電運転をすればよいと言える。よって、駆動要求パワーを2次電池30の電力と燃料電池20の発電電力で賄うべくステップS170に移行する。これにより、モータ32は2次電池30と燃料電池20とからの電力供給により回転し、車両は駆動要求パワーで駆動する。

【0055】一方、既述したステップS110で、間欠フラグ $f_k=1$ (セット状態; 間欠運転)であると判定した場合は、駆動要求パワーが閾値パワー $X_{pw}+\alpha$ より大きいのかの判定を行う(ステップS190)。ここで、肯定判定した場合は、ステップS110での判定( $f_k=1$ )を受けて燃料電池20を間欠運転させる状況ではあるものの、駆動要求パワーが閾値パワー $X_{pw}+\alpha$ より大きいことになる。よって、この大きな駆動要求パワーを2次電池30の電力と燃料電池20の発電電力で賄うべく、ステップS170に移行する。これにより、モータ32は2次電池30と燃料電池20とからの電力供給により回転し、車両は駆動要求パワーで駆動する。

【0056】また、ステップS190で否定判定した場合は、駆動要求パワーはまだ小さいままである。よって、燃料電池20とその周辺装置を含む燃料電池機器群を停止したままこの駆動要求パワーを2次電池30の残存容量Qで賄うべく、ステップS140に移行して、既述したそれ以降の処理を実行する。これにより、燃料電池システム10は、燃料電池機器群の停止状況下で(ステップS150)、2次電池30の残存容量Qによりモータ32を回転させて(ステップS160)、車両を駆

動要求パワーで駆動する。また、残存容量Qでは不足の場合は(ステップS140; 否定判定)、2次電池30と燃料電池20とからの電力供給によりモータ32を回転させて(ステップS170、180)、車両を駆動要求パワーで駆動する。

【0057】以上説明したように本実施例の燃料電池システム10は、アクセルペダル33aの踏込操作を介して運転者が要求する車両の駆動要求パワーの大きさにより、燃料電池20とその周辺装置を含む燃料電池機器群の運転・停止を定める。即ち、この駆動要求パワーが燃料電池20にとって高負荷領域の発電運転で得られるものである場合には(ステップS120; 否定判定)、燃料電池機器群を運転して燃料電池20で発電を起こし(ステップS170)、この電力と2次電池30の電力でモータ32を回転させて車両を駆動する(ステップS180)。よって、この場合は、燃料電池20を高負荷領域で効率よく発電運転でき、燃料電池システム10、延いてはこれを搭載した電気自動車としてシステム効率を向上することができる。

【0058】一方、駆動要求パワーが燃料電池20にとって低負荷領域の発電運転で得られるものである場合には(ステップS120; 肯定判定)、2次電池30の残存容量Qでモータ回転を賄うことができれば(ステップS140; 肯定判定)、燃料電池20とその周辺装置を含む燃料電池機器群を停止させ(ステップS150)、2次電池30単独でその残存容量Qによりモータ32を回転させて(ステップS160)、車両を駆動要求パワーで駆動する。よって、燃料電池20を低負荷領域で発電運転しないようにできるので、燃料電池20の無駄な発電を起こすことが無くなり燃料電池システム10、延いてはこれを搭載した電気自動車としてシステム効率を向上することができる。しかも、燃料電池20の運転停止と併せてエアコンプレッサ66等の周辺装置の運転も停止するので、これら装置の運転に要するエネルギーも使わないようにしてシステム効率をより向上することができる。

【0059】また、駆動要求パワーが低負荷領域のものであっても、2次電池30の残存容量Qがモータ回転に不足する場合は(ステップS140; 否定判定)、燃料電池機器群を運転させて、2次電池30と燃料電池20との電力でモータ32を回転させて(ステップS170、180)、車両を駆動要求パワーで駆動する。このため、運転者が意図する駆動状態で車両を駆動できるので、運転者に違和感を与えない。

【0060】また、本実施例では、駆動要求パワーが閾値パワー $X_{pw}$ 以下であるために燃料電池20を停止させた状況から、駆動要求パワーが増加したために燃料電池20の運転を行う際には、この駆動要求パワーが閾値パワー $X_{pw}+\alpha$ より大きくなるまで燃料電池20を停止させたままとした(ステップS190)。よって、駆

動要求パワーが閾値パワー $X_{pw}$ の周辺で増減しても、燃料電池 20 の運転・停止を繰り返すようなハンチングを回避できる。このため、ハンチングによる不具合、例えば、燃料電池 20 の周辺装置であるポンプ等の異音発生等を回避できる。

【0061】以上本発明の実施例について説明したが、本発明は上記の実施例や実施形態になんら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々なる態様で実施し得ることは勿論である。

【0062】例えば、燃料電池 20 の出力制御（発電運転制御）と 2 次電池 30 の出力制御を任意に実行できるようにするに当たり、次のようにすることもできる。図 6 は変形例の要部の構成を説明するためのブロック図である。この図 6 に示す変形例では、DC/DC コンバータ 30b を介在させて、2 次電池 30 を燃料電池 20 に並列に接続した。こうすれば、DC/DC コンバータ 30b により 2 次電池 30 の出力調整をした上で、当該出力（電力）をモータ 32 に供給できる。

【0063】また、上記実施例では、燃料電池 20 と補機類 34 を含む燃料電池スタックが一つである場合について説明したが、複数の燃料電池スタックを有するシステムについても適用できる。この場合は、各燃料電池スタックごとに、負荷の大きさに基づいて、燃料電池発電停止や補機類までを含めた運転停止を実行するようにすることができ、こうすれば、各燃料電池スタックでの発電を無駄にすることがない。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の好適な一実施例である燃料電池システム 10 を搭載した電気自動車の概略構成を表すブロック図である。

【図 2】燃料電池 20 を構成する単セル 28 の構成を表す断面模式図である。

【図 3】燃料電池 20 とその周辺装置とからなる燃料電池部 60 の構成を表すブロック図である。

【図 4】燃料電池 20 としての効率を説明するための説明図である。

【図 5】燃料電池 20 を運転制御する燃料電池制御の処

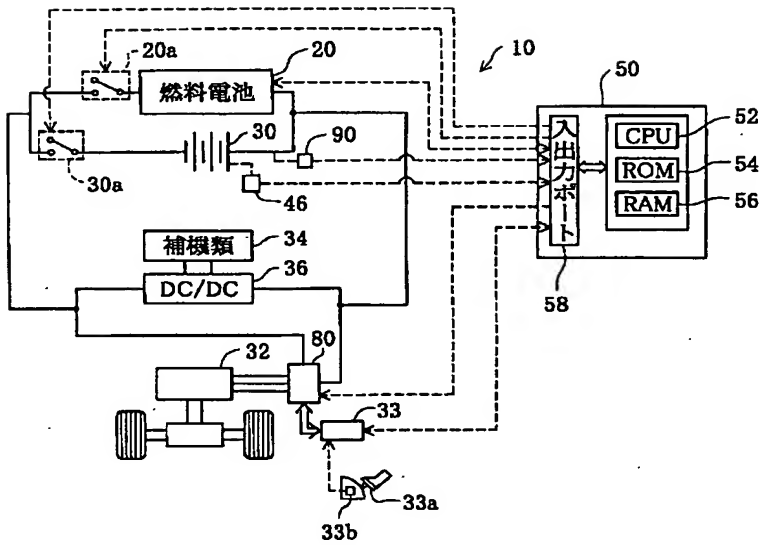
理の内容を表すフローチャートである。

【図 6】変形例の要部の構成を説明するためのブロック図である。

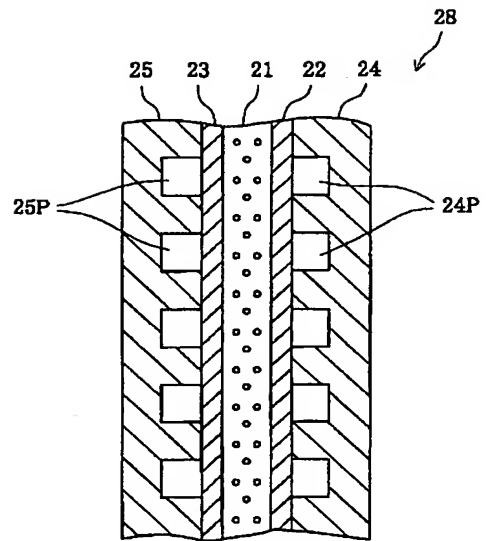
#### 【符号の説明】

- 10…燃料電池システム
- 20…燃料電池
- 21…電解質膜
- 22…アノード
- 23…カソード
- 24, 25…セパレータ
- 24P…燃料ガス流路
- 25P…酸化ガス流路
- 26, 27…集電板
- 28…単セル
- 30…2 次電池
- 32…モータ
- 33…制御装置
- 33a…アクセルペダル
- 33b…アクセルペダルポジションセンサ
- 34…補機類
- 36…DC/DC コンバータ
- 46…残存容量モニタ
- 50…制御部
- 60…燃料電池部
- 61a, 62a…ポンプ
- 61…メタノールタンク
- 62…水タンク
- 64…改質器
- 66…エアコンプレッサ
- 67…電磁バルブ
- 68…燃料供給路
- 69…空気供給路
- 70…分岐空気路
- 71…燃料排出路
- 80…インバータ
- 90…電流センサ

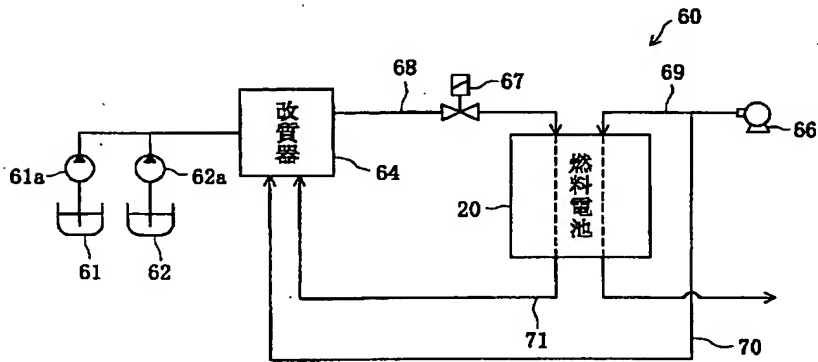
【図1】



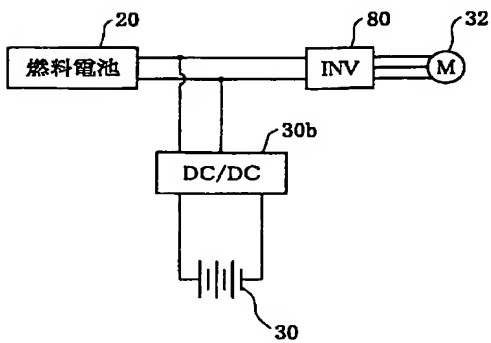
【図2】



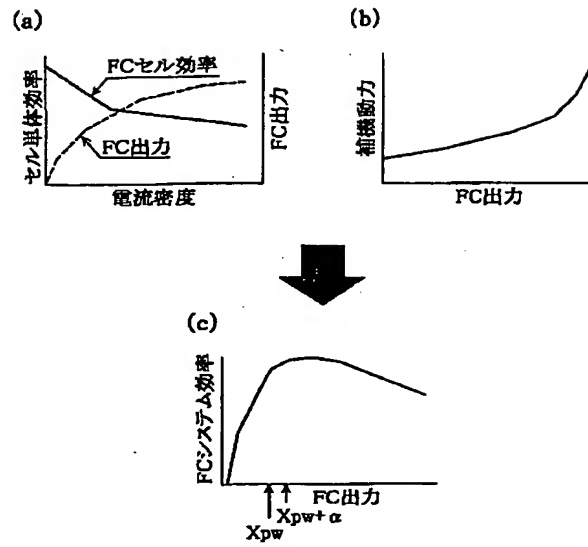
【図3】



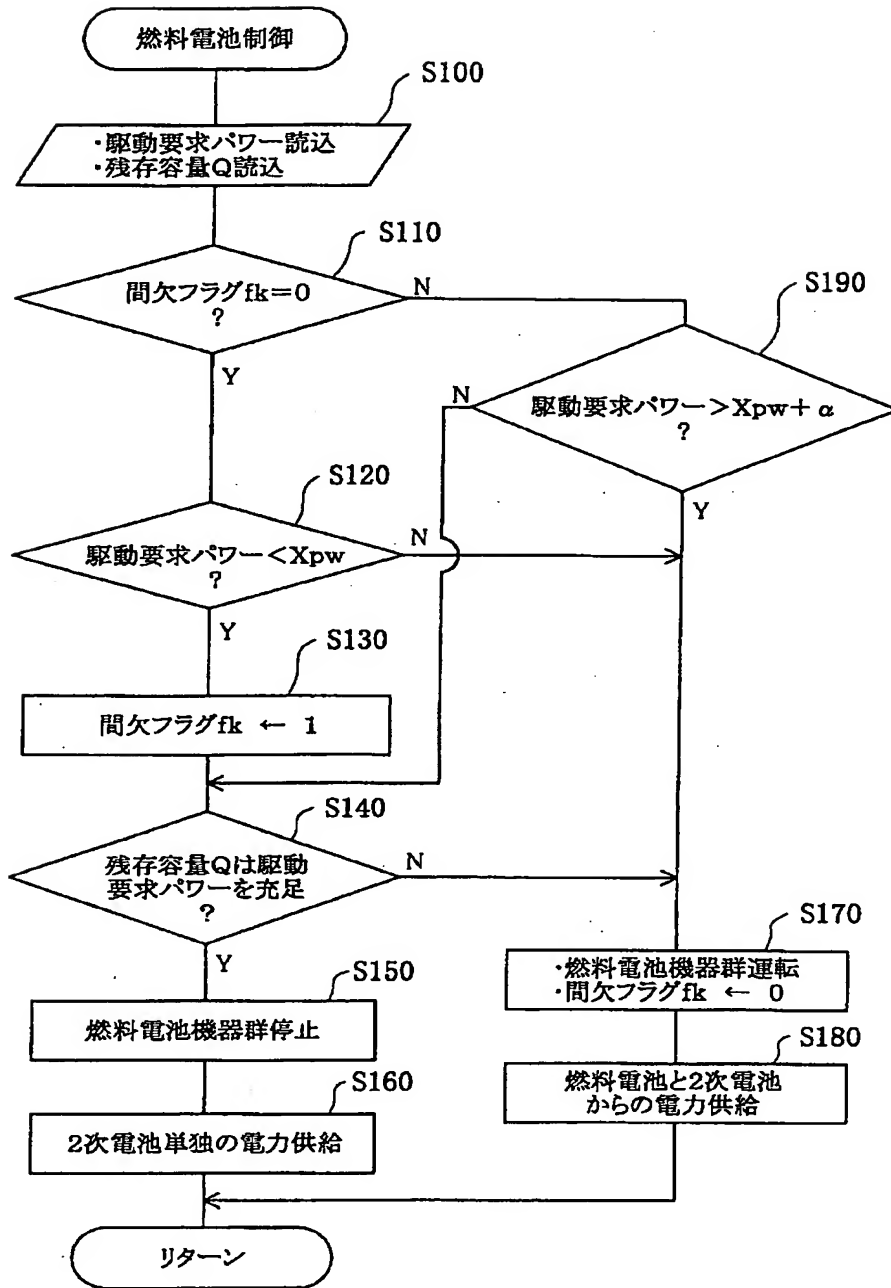
【図6】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3D035 AA05 AA06  
5H027 AA06 BA01 BA09 DD03 KK51  
KK52 MM26  
5H115 PA01 PA11 PC06 PG04 PI14  
PI16 PI18 PI29 PI30 PU10  
PV02 PV09 PV24 QE02 QN03  
RB22 SE06 TI02 TI05 TI06  
T021 UI40

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**